

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **06120105 A**

(43) Date of publication of application: **28.04.94**

(51) Int. Cl

**H01L 21/027**  
**B23Q 1/14**  
**B23Q 5/28**  
**G03F 9/00**  
**H01L 21/68**  
**H01L 41/09**

(21) Application number: **04283639**

(71) Applicant: **CANON INC**

(22) Date of filing: **30.09.92**

(72) Inventor: **ONO KAZUYA**  
**UKAJI TAKAO**

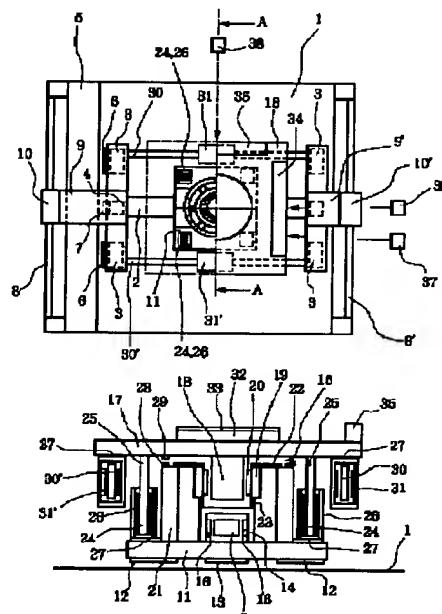
**(54) POSITION ALIGNMENT EQUIPMENT AND PIEZO ACTUATOR DRIVING EQUIPMENT TO BE USED IN SAME**

(57) Abstract:

**PURPOSE:** To improve position alignment time and precision, by performing control by two control modes at the time of position alignment, and changing over the mode in the state of stage operation.

**CONSTITUTION:** A first control mode and a second control mode are provided in position alignment. The first mode is a rough movement mode wherein position servo is applied to linear motors 24, 26, on the basis of an output of a displacement sensor 28, and the stage is extremely rigid in three directions. The second mode is a fine movement mode wherein position servo is applied to the linear motors 24, 26, and a worktop 17 is precisely aligned without deformation. At first, position alignment is performed in the first mode, and the final precise position alignment is performed in the second mode. Thereby position alignment time can be shortened without decreasing position alignment precision.

COPYRIGHT: (C)1994,JPO&Japio



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-120105

(43)公開日 平成6年(1994)4月28日

(51) Int.Cl.<sup>5</sup>  
H 0 1 L 21/027  
B 2 3 Q 1/14  
5/28

Z 8107-3C  
8107-3C  
7352-4M  
7352-4M

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 5(全 11 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願平4-283639

(22) 出願日

平成4年(1992)9月30日

(71)出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72)発明者 小野 一也

神奈川県川崎市中原区今井上町53番地キヤ  
ノン株式会社小杉事業所内

(72)発明者 宇梶 隆夫

神奈川県川崎市中原区今井上町53番地キャ  
ノン株式会社小杉事業所内

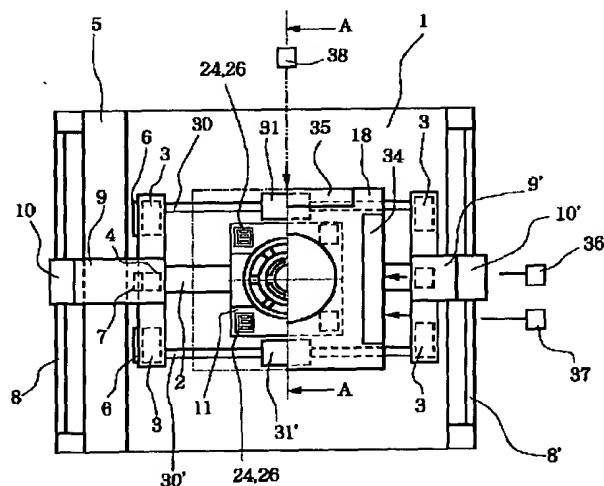
(74)代理人 弁理士 伊東 哲也 (外1名)

(54) 【発明の名称】 位置決め装置及びこれに用いられるピエゾアクチュエータ駆動装置

(57) 【要約】

【目的】 位置決め時間や精度向上させ、また、それに用いられるピエゾアクチュエータの破損をスループットの低下を招くことなく防止する。

【構成】 位置決め装置において、基礎部と、該基礎部に対して少なくともX及びY方向に剛でw<sub>x</sub>及びw<sub>y</sub>、方向に柔なガイド手段によって連結されたステージと、前記基礎部上に設けられて前記ステージを支持し、少なくともw<sub>x</sub>及びw<sub>y</sub>方向に柔でZ方向に剛なそれぞれ独立して駆動制御可能な4つ以上のアクチュエータ手段と、該アクチュエータ手段を駆動させて前記ステージを少なくともw<sub>x</sub>及びw<sub>y</sub>方向に駆動制御する駆動制御手段を備える。また、ピエゾアクチュエータ駆動装置において、はピエゾアクチュエータの電流を制御する手段と、この電流制御手段に与える電流指令値のスルーレイトおよび絶対値を制限する手段とを備える。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基礎部と、該基礎部に対して少なくともX及びY方向に剛でw<sub>x</sub>及びw<sub>y</sub>方向に柔なガイド手段によって連結されたステージと、前記基礎部上に設けられて前記ステージを支持し、少なくともw<sub>x</sub>及びw<sub>y</sub>方向に柔でZ方向に剛なそれぞれ独立して駆動制御可能な4つ以上のアクチュエータ手段と、該アクチュエータ手段を駆動させて前記ステージを少なくともw<sub>x</sub>及びw<sub>y</sub>方向に駆動制御する駆動制御手段を具備することを特徴とする位置決め装置。

【請求項2】 前記アクチュエータ手段のうちの1つは支持部材であることを特徴とする請求項1記載の位置決め装置。

【請求項3】 前記アクチュエータ手段のうち少なくとも1つはリニアモータであることを特徴とする請求項1記載の位置決め装置。

【請求項4】 前記基礎部及び前記ステージがX及びY方向に移動可能であることを特徴とする請求項1記載の位置決め装置。

【請求項5】 ピエゾアクチュエータの電流を制御する手段と、この電流制御手段に与える電流指令値のスルーレイ特と、絶対値を制限する手段とを備えたことを特徴とするピエゾアクチュエータ駆動装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、平板状物体等を搭載して位置決めされるステージ、例えば半導体露光装置のウエハステージを少なくともw<sub>x</sub>及びw<sub>y</sub>方向へ精密位置決めする位置決め装置、並びに、この装置に用いられる、電歪効果を利用したピエゾアクチュエータ駆動装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来、位置決め装置において、ステージをX軸回りのw<sub>x</sub>方向及びY軸回りのw<sub>y</sub>方向へ駆動するにはステージ変形を抑えるためにステージを3点で支持し、ピエゾ等を用いて駆動している。

【0003】 そして従来、ピエゾアクチュエータ駆動装置は、ELECTRONICS LETTERS 27th May 1982 Vol. 18 No. 11の“IMPROVING THE LINEARITY OF PIEZOELECTRIC CERAMIC ACTUATORS”等に記載されているように、高インピーダンスの電流源を用いて構成されている。ピエゾアクチュエータは、流された電荷の積算値に比例して伸び量が変化する。つまり電流値はほぼ伸びの速度に比例し、電流値のスルーレート(傾き)は伸びの加速度に比例する。

## 【0004】

【発明が解決しようとしている課題】 しかしながら、上記従来の位置決め装置では、ステージ上には、X、

Y (, w<sub>x</sub>) 方向の位置検出のためのレーザ干渉計用ミラーや、装置に必要な各種パーツが搭載されており、そのため、ステージ重心はステージ中心に対して少なからずずれている。そこで、ステージ中心に対して略対称となるよう3本のアクチュエータを配すると、重心ずれ方向にw<sub>x</sub> w<sub>y</sub>の回転振動が発生しやすくなる。特にXY方向に移動することでこの振動は特に大きくなる。従来はこの振動によって位置決め時間や精度が悪化していた。一つの解決策として3本のアクチュエータをステージの重心に対称に配することが考えられたが、そのためには、3本のアクチュエータの剛性、ストローク、応答性等をステージ中心に対してバランスをとるよう調節しなければならない。これは、設計上も製造上も大変な困難である。

【0005】 また、上記従来のピエゾアクチュエータ駆動装置においては、高インピーダンスの電流源では、ピエゾアクチュエータの容量によって最大電流が制限されてしまうため、高速に駆動できなかった。容量の大きなピエゾアクチュエータでは速度を犠牲にしなければならなかった。

【0006】 また、電流源のインピーダンスを低くし、最大電流を大きくすれば、大容量のピエゾアクチュエータでも高速に駆動できるが、電流値の変化が大きくなるために、次のような欠点があった。

【0007】 ピエゾアクチュエータは、通常、伸びる方向の力に対する破壊強度は大きい。しかし、縮み方向では、ピエゾアクチュエータに引っ張りの力が加わってしまうと、ピエゾ素子にひびが入る等の原因で破損し、強度が低い。電流値の変化が大きい場合、過度の加速度が駆動対象にかかるため、ピエゾアクチュエータの破損強度を越えた引っ張り力が発生し、破損に至る。このため、単に電流源のインスピーダンスを下げると、ピエゾアクチュエータが破損する可能性が高くなるという欠点があった。

【0008】 そこで、図6および図7に示すように、位置プロフィール発生回路60を追加して加速度を制限することも行われている。これは、位置決めフィードバックループに与える位置指令値の変化が一定の速度と加速度以下になるように位置指令値を発生させる回路である。しかしながら、この回路を付加しても、位置フィードバックゲインを適切に設定しないと、図16に示すように、速度にハンチングが生じ、図17に示すように、実際の加速度が位置プロフィール発生回路に設定した加速度を越える可能性があり、加速度を低めに設定しなければならず、スループットの低下を招く欠点がある。

【0009】 また、プロフィール発生回路は複雑で、コストの増大を招いていた。更に、プロフィール発生をマイクロコンピュータ等で行った場合、プログラムのリセットや暴走など不測の事態があると、位置目標値が瞬時に変化し、加速度無限大の指令を発生する可能性があ

り、圧電アクチュエータの安全な駆動が保証されないと  
いう欠点があった。

【0010】本発明の目的は、このような従来技術の問題点に鑑み、位置決め装置において位置決め時間や精度向上させ、また、それに用いられるピエゾアクチュエータの破損をスループットの低下を招くことなく防止することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】この目的を達成するため本発明の位置決め制御装置は、基礎部と、該基礎部に対して少なくともX及びY方向に剛でw<sub>x</sub>及びw<sub>y</sub>方向に柔なガイド手段によって連結されたステージと、前記基礎部上に設けられて前記ステージを支持し、少なくともw<sub>x</sub>及びw<sub>y</sub>方向に柔でZ方向に剛なそれぞれ独立して駆動制御可能な4つ以上のアクチュエータ手段と、該アクチュエータ手段を駆動させて前記ステージを少なくともw<sub>x</sub>及びw<sub>y</sub>方向に駆動制御する駆動制御手段を備備する。

【0012】前記アクチュエータ手段のうちの1つは単なる支持部材あるいはリニアモータであってもよい。また、通常は、前記基礎部及び前記ステージがX及びY方向に移動可能である。

【0013】また、通常、駆動制御手段は、 $Z$ 、 $w_x$ 、 $w$ 、方向の変位を計測する計測手段を具備し、この計測手段は基礎部に設けられた3つの変位センサでステージの3ヶ所を計測し、演算によって $Z$ 、 $w_x$ 、 $w$ 、方向の変位を算出するものであってもよいし、 $w_x$ 、 $w$ 、方向に関してはステージ上にミラーを設けて測角レーザ干渉計で計測するものであってもよい。

【0014】また、本発明のピエゾアクチュエータ駆動装置は、ピエゾアクチュエータの電流を制御する手段と、この電流制御手段に与える電流指令値のスルーレイトおよび絶対値を制限する手段とを備えている。

[0015]

【作用】この構成において、位置決めに際しては、モードAとBの2つの制御モードによって制御を行い、ステージ動作状態においてモードを切換える。モードAは、前記計測手段による計測をもとに4つ以上のアクチュエータ手段にサーボをかけることで少なくとも $w_x$ 、 $w_y$ 方向に極めて剛として、 $w_x$ 、 $w_y$ 方向の振動を抑制しつつ位置決めするモードである。ただし、モードAは、4点以上でステージを支持するので微小ながらステージを変形させ得るため、後述するモードBに比較すれば粗動モードと呼べる。モードBは代表する3つのアクチュエータ手段にサーボをかけてステージを変形なく精密に位置決めを行うモードで、モードAと比較すれば微動モードと呼べる。

【0016】ステージを大きく移動させるときや、加減速のかかる時など振動が発生しやすい状態ではモードAを選択し、ステージが微小にしか移動しないときや加減

速のほとんどかからないとき、またモードAの終了後に、モードBを選択して位置決めを行う。

【0017】この結果、振動を抑制することで位置決め時間が短縮し、最終的にステージ変形なく支持することで位置決め精度も良好である。

【0018】代表する3つのアクチュエータは、各々Z方向に剛で、少なくとも $w_z$ 及び $w_y$ 方向に柔である。例えば、Z方向に伸縮するピエゾの両端にZ方向に剛で $w_z$ 、 $w_y$ 方向に柔な弾性ヒンジを設けたものでもよい

10 し、Z方向に駆動可能なリニアモータでもよい。リニアモータは、当然、固定子と可動子の間にすきまがあり、そのすきまの間ではX, Y,  $w_x$ ,  $w_y$ ,  $w_z$ 方向にフリーである。したがって、ステージはZ,  $w_x$ ,  $w_y$ 方向に剛で、他のX, Y,  $w_z$ 方向に柔またはフリーに支持駆動される。また、リニアモータの場合、ステージ自重による負荷（発熱）を減らすため自重分を、Z方向にも比較的剛性が弱く、他方向に非常に剛性の弱いコイルバネや、ステージとベースそれぞれに互いに反発するよう取り付けた磁石でキャンセルするよう支持するのが  
20 よい。

【0019】残りのアクチュエータは、Z方向に剛にする場合と略フリーにする場合の2通りの動作が可能である。例えばリニアモータの場合、該リニアモータのZ方向変位を計測する変位センサと組み合わせて位置サーボをかけることでZ方向に剛にすることができる。また、サーボ  $o f f$  でリニアモータのコイルを電気的にカットすると全くフリーになる。また、サーボ  $o f f$  でコイルをショートさせると逆起電力が働きダンパとして作用する。モードBにおいて万が一振動が発生してもこのダンパ作用で制振可能である。さらに、前記変位センサ出力から微分して速度を求めるか、または前記リニアモータ速度を検出する速度センサを設け、前記速度に応じて前記速度と逆向きの力を前記リニアモータで発生させるように速度サーボの制御を行い、極めて強力なダンパとして動作させることもできる。ダンパの強さは、制御ゲインにより自在に設定できる。これを利用すればモードを2つに分けて切り換えることをしなくても始めから代表の3点で位置決めし、残りの1つ以上のアクチュエータ、この場合はリニアモータ、を強力なダンパとして動作させてやれば、ステージ変形なく、しかも振動を抑制して位置決めできる。あまり強力なダンパ作用によってステージの応答性が低下する恐れもあるが、駆動ストロークや振動振幅が大きくなるに従ってダンパ作用を強めることや、また逆にそれらが小さくなればダンパ作用を弱めるという制御も可能であり、応答性を逆に向上させることもできる。

ージに固定され、他端をベース側に固定されたピエゾでクランプする手段である。クランプしたときはZに剛で、クランプしない時は全くフリーになる。さらに、前記弹性ヒンジの2つのくびれ部の間にピエゾを挿入したようなアクチュエータにおいては、クランプしたままでZ方向に剛に位置決め可能である。

【0021】本発明は半導体露光装置のウェハステージのように、前記基礎部およびステージがX, Y方向に移動する場合には特に有効である。X, Y方向の移動によってステージの $w_x$ ,  $w_y$ 方向の振動はさらに激しくなり、同時にその振動によってX, Y方向の位置決め時間・精度も悪化するが、前述モードAとBの切換え、そして、アクチュエータ手段により振動を抑制し、Z,  $w_x$ ,  $w_y$ 方向はもとよりX, Y方向の高速高精度位置決めが可能となる。

【0022】また、本発明のピエゾアクチュエータ駆動装置においては、ピエゾアクチュエータの電流を制御する手段に与える電流指令値のスルーレイ特および絶対値を制限するようにしたため、ピエゾアクチュエータに過度の加速度を加えることなく高速な駆動が行われ、したがって、ピエゾアクチュエータの破損がスループットの低下を招くことなく防止される。

### 【0023】

#### 【実施例】実施例1

図1は本発明の第1の実施例に係る位置決め装置を示す平面図、図2はそのAA断面図である。これらの図において、1はベース、2はベース1上に静圧ガス軸受3によって支持されたYステージである。4は静圧ガス軸受3に予圧を与えるための吸引磁石である。5はYガイドでありベース1に取り付けられている。Yステージ2の側面の静圧ガス軸受6とYガイド5によってYステージ2はY方向に移動可能である。7は静圧ガス軸受6に予圧を与えるための吸引磁石である。ベース1に固定された2本のリニアモータ固定子8, 8' とYステージ2両端に部材9, 9' を介して固定された前記リニアモータ固定子8, 8' に対応する2個のリニアモータ可動子10, 10' により、Yステージ2をY方向に駆動する。

【0024】リニアモータ8, 10および8', 10'はそれぞれ独立に制御可能であり、Yステージ2の重心位置が2本のリニアモータのセンタからずれていっても、あるいは後述するXステージと天板のX方向への移動によりYステージ2とXステージと天板の合計した重心が2本のリニアモータのセンタからずれていっても、各リニアモータの発生力を重心位置に応じて適切に配分することで $w_y$ 方向に回転されることなく略直にYステージ2をY方向へ駆動することができる。またそうすることで、Yステージ2の $w_y$ 方向のガイド剛性、つまり静圧軸受6の剛性を必ずしも高める必要はない。

【0025】リニアモータの発生力の配分は、後述するレーザ干渉計によって計測される天板のX座標に応じた

ものであり、X座標に対して2本のリニアモータの発生力の配分率を直線的に変化させるものであっても良いし、多項式近似式によって変化させてもよい。

【0026】11はXステージであり、静圧軸受12によってベース1上に支持されている。13は静圧軸受12に予圧を与える吸引磁石である。Xステージ11に固定された軸受ハウジング14に設けられた静圧軸受16の間にYステージ2に設けられたX方向ガイド軸を挟み込むことで、Xステージ11は、Yステージ2に対して10 X方向に移動可能で、Yステージ2と共にY方向に移動可能である。Xステージ11がY方向へ移動するには、Yステージ2のX方向ガイド軸から静圧軸受力を受けるが、この駆動点と（静圧軸受が複数ある場合はその合力が発生する点）Xステージ11重心位置が一致していないとXステージ11をY方向へ移動した時 $w_y$ 方向へ不都合な回転を発生させる。これはYステージ2の場合と同様の問題であり、Yステージ2については2本のリニアモータの発生力を配分することで解決したが、Xステージ11については静圧軸受16のXステージ11に対する取付け位置を調整可能としておくことで、Xステージ11重心を駆動できるようになり、 $w_y$ 方向への不都合な回転を発生せずに、Y方向への移動が可能となる。

【0027】17は天板であり、これに固定された円筒状ガイド部材18に対して、部材19が部材19に設けられた静圧軸受20によって支持されている。部材19に対して天板17はZ,  $w_x$ 方向に移動可能である。さらに、部材19はXステージ11に固定された部材21にXY平面に略平行な平面内で、天板17のXYセンタを中心とした放射状にZ方向に柔でXY方向に剛な板ばね22で連結されている。Xステージ11に対して部材19はZ,  $w_x$ ,  $w_y$ 方向に移動可能である。このようにすることで、Xステージ11に対し天板17はZ,  $w_x$ ,  $w_y$ 方向に移動可能となる。Z方向は静圧軸受で支持されているため、大ストローク動いても天板17を変形させる力は当然作用しない。Z方向に余裕が生まれた分、板ばね22にZ方向のストロークを見込む必要がなく、 $w_x$ ,  $w_y$ 方向のストロークを拡大できるのである。ただし、部材19は微妙ながらZ方向に移動可能なため、位置決め動作中に振動する恐れがあるので、部材19のZ方向振動を減衰させるダンパを設けることが望ましい。本実施例においては部材19と軸受ハウジング14との間に制振ゴム23を挿入している。これはダッシュポットに置換可能である。

【0028】前記板ばね部材22を取りつけやすくするため、部材19と21の取付け面はそれぞれXY平面に略平行に加工しておくのがよい。

【0029】独立して制御可能なリニアモータ4本が、Xステージ11と天板17との間に設けられる。24はそのリニアモータ可動子であり、断熱剤25を介して天板17に固定されている。26はリニアモータ固定子で

あり、断熱剤27を介してXステージ11に固定されている。可動部が軽量の方が望ましいため本実施例では可動子24はコイル側で、固定子26はマグネット側として示しているが、逆でもよい。

【0030】部材21上にZ方向変位センサ28を4箇所に設け、天板17にはセンサ28と対向した計測ターゲット29を配し、各リニアモータのZ位置を計測でき同時に少なくとも3つの計測値からZ,  $w_x$ ,  $w_z$ 方向の位置を算出できるようにする。4つの計測値を最小二乗近似してもよい。それをもとに少なくとも3本のリニアモータを用いて所望のZ,  $w_x$ ,  $w_z$ の位置に位置決め可能である。

【0031】この位置決めにおいて、モードA、Bの2つの制御モードを、ステージ動作状態に応じて切り換える。モードAは変位センサ28の出力をもとに、4つのリニアモータ24, 26に位置サーボをかけてZ,  $w_x$ ,  $w_z$ 方向に極めて剛として特に $w_x$ ,  $w_z$ 方向の振動を抑制しつつ位置決めするモードである。モードAは4点で支持するため微小ながらステージを変形させ得る。後述するモードBに比較すれば粗動モードと呼べるが、XYステージ2、天板17がXY方向に移動して加減速が大きくかかる場合や天板17がZ,  $w_x$ ,  $w_z$ 方向に大きく移動する場合など $w_x$ ,  $w_z$ 方向の振動が発生しやすい時に有効である。

【0032】モードBは代表する3つのリニアモータ24, 26に位置サーボをかけて天板17を支持し、天板17を変形なく精密に位置決めするモードである。モードAと比較すれば微動モードと呼べる。

【0033】モードBにおいては、残りの1つのリニアモータ24, 26はサーボ・オフでコイルを電気的にカットすると全くフリーになる。またサーボ・オフでコイルを電気的にショートさせると逆起電力が働きダンパとして作用する。さらに変位センサ28の出力位置を微分してリニアモータ速度を算出するか、該リニアモータに速度センサを設けるかして該リニアモータ速度を求め、その速度に応じてその速度と逆向きの力をリニアモータで発生せるように速度サーボの制御を行い、極めて強力なダンパとして動作させることもできる。ダンパの強さは制御ゲインにより自在に設定できる。モードBにおいて万が一振動が発生しても、前記ダンパ作用2種のうち少なくとも1種により制振可能である。モードBは天板17がZ,  $w_x$ ,  $w_z$ 方向に微少にしか移動しない場合や、XYステージ11及び天板17がXY方向にわずかしか移動せず、加減速がほとんどかからない場合、またモードAの終了後に選択されるが、前述のダンパ作用により、モードAを用いざともモードBだけで位置決めをやりきることも可能である。ただしこの場合、次のことを考慮した方が一層よい。

【0034】天板17のZ,  $w_x$ ,  $w_z$ 方向の駆動ストロークが大きいときには、あまりにも強力なダンパ作用

によって天板17の応答性が低下し位置決め時間が伸びる可能性がある。従って駆動ストロークが大きい時にはダンパ作用を弱め、駆動ストロークが小さいときにはダンパ作用を強める必要がある。また、駆動ストロークが大きい時には、ダンパ作用は弱めるが、目標位置に近づくに従ってダンパ作用を強めるといった制御を行うことも可能である。また、振動振幅をモニタしておき、振幅が大きくなるに従い、ダンパ作用を強めるという制御もできる。

【0035】各リニアモータはZ方向には剛で他方向にはフリーである。したがってXステージ11に対して天板17はZ,  $w_x$ ,  $w_z$ 方向にのみ剛でX, Y,  $w_x$ 方向にはフリーである。

【0036】また、ここでもリニアモータの発熱は十分考慮し、断熱剤を介して固定しているが、さらにXステージ11や天板17の熱変形を抑えるには、冷媒を用いて温調すればよい。

【0037】また、リニアモータ24, 26への負荷や発熱を減らすためにリニアモータへかかる定常的な力、つまり天板17の自重などは、部材21上に設けられたZ方向に比較的弱い剛性で、他方向(X, Y,  $w_x$ ,  $w_z$ )に非常に弱い剛性であるコイルばね15によって天板17を支持している。コイルばね15は複数設けられており、位置決め対象物を基準高さ(Z,  $w_x$ ,  $w_z$ )に位置決めしたときリニアモータへの負荷が最小となるよう調節可能である。コイルばねが1つの場合は天板17の重心を支持するよう配置する方が良い。しかしこの場合は $w_x$ ,  $w_z$ の調整はできない。前記コイルばねは磁石にも置換可能である。2つの磁石が反発しあうように一方を部材21に他方を天板17に固定する。これを一組として複数組設ける。コイルばね同様Z,  $w_x$ ,  $w_z$ の調節ができる。一組で用いる場合もコイルばねと同様である。コイルばねや磁石の発生力は経時変化し得るため、発生力を外部から調節できるようになっている。さらに、パルスマータ等の駆動手段を搭載して自動で調節することもできる。これは、天板17が特にZ方向に大きく移動するときにも有効で、Z変位とコイルばねまたは磁石の剛性との兼ね合いで発生する力をキャンセルすることができ、リニアモータへの負荷を軽減することができる。

【0038】Yステージ2には2本のリニアモータ固定子30, 30'が設けられ、それに対応する2個のリニアモータ可動子31, 31'が天板17に固定されている。2本のリニアモータは独立して制御可能であり、Yステージ2に対して天板17をX,  $w_x$ 方向に駆動可能である。2本のリニアモータのセンタが天板17重心と一致していないとも2本のリニアモータをYステージ2の時と同様それぞれ発生力を配分することにより不都合な $w_z$ 方向の回転が生じない。リニアモータ固定子30, 30'と可動子31, 31'の間には当然すきまが

あるため天板17はZ, w<sub>x</sub>, w<sub>y</sub>にフリーである。

【0039】以上のようにリニアモータ30, 30', 31, 31' とリニアモータ24, 26はそれぞれ互いに干渉することなく天板17をX, Z, w<sub>x</sub>, w<sub>y</sub>, w<sub>z</sub>に駆動可能である。また天板17はXステージ11とXY方向に剛に連結されているため、Yステージ2をY方向に駆動すると、Xステージ11は板ばね22、静圧軸受20を介してXステージ11及びYステージ2と共にY方向に駆動される。Xステージ11は板ばね22及び静圧軸受20を介して天板17とともにX方向に駆動される。

【0040】天板17上にはチャック32を介して位置決め対象物33が載置されている。対象物33のX, Y, w<sub>z</sub>方向の位置は天板17に固定されたミラー34, 35とレーザ干渉計36, 37, 38によって検出される。w<sub>x</sub>はX方向を計測するレーザ干渉計36, 37の差分を求めて検出される。w<sub>y</sub>を計測するにはディファレンシャルの測角干渉計を用いてもよい。w<sub>x</sub>, w<sub>y</sub>についてもミラー34, 35をZ方向にオフセットした2点を測角干渉計によって計測することでも求めることができる。その時は変位センサ28とターゲット29は3組は必要なく1組でよい。

【0041】また、位置決め対象物を位置決めすべき場合のZ, w<sub>x</sub>, w<sub>y</sub>を計測する計測器を備えれば、該計測器のZ, w<sub>x</sub>, w<sub>y</sub>の位置情報と目標位置とのずれ分を、w<sub>x</sub>, w<sub>y</sub>の測角干渉計と変位センサ1組、または変位センサ3組の計測値上で駆動して位置決めしてやればよい。

【0042】静圧軸受は空気を使用しているがステージ回りの雰囲気に合わせた給気ガスを用いることができる。例えばN<sub>2</sub>雰囲気中ならば給気ガスをN<sub>2</sub>にすることもできる。

#### 【0043】実施例2

図3は本発明の第2の実施例に係る位置決め装置の図2に相当する断面図である。ここでは、アクチュエータ手段としてピエゾを用いている。Xステージ11に固定された部材21と天板17に固定された部材18との間に、XY平面に略平行な平面内で点板の中心を中心として、放射状に弾性部材39を複数設けている。弾性部材39は、軸方向には剛で他方向には柔な細い棒状部材でもよい。本実施例では太目の棒状の部材の2箇所にくびれ部分をもたせ、軸方向に剛、他方向に柔の特性を一層強く備えさせている。このように連結することでXステージ11に対して天板17はZ, w<sub>x</sub>, w<sub>y</sub>, w<sub>z</sub>に移動可能である。

【0044】40はピエゾアクチュエータであり、その伸縮方向の両端に伸縮方向には剛で伸縮方向と直行する軸まわりの回転が柔なヒンジ部材41をそれぞれ設けている。本実施例ではヒンジ部材41は棒状部材にくびれ部分を備えたものである。該ヒンジ部材両端を一端はス

テージに他端を天板17に固定する。このようなアクチュエータを3本備え、それぞれ独立して駆動できる。従って、Xステージ11に対して天板17をZ, w<sub>x</sub>, w<sub>y</sub>, w<sub>z</sub>方向に剛で他のX, Y, w<sub>x</sub>, w<sub>y</sub>方向に柔に駆動できる。

【0045】このアクチュエータと同様のアクチュエータ42をもう1本備え、その一端は天板17に固定され他端はフリーであるが、クランプ機構43において自由端はZ方向に剛にクランプされる。クランプ機構43は、図4に示す通りである。44は弾性ヒンジを用いた

10 拡大機構を備えた拡大部材であり、ピエゾ45の伸びを拡大してアクチュエータ42の自由端をクランプする。拡大部材44はZ方向に剛で、クランプ方向に柔な板ばね46でXステージ11に対して支持されている。

【0046】モードAではアクチュエータをクランプして4本のアクチュエータで天板17を位置決めし、モードBではアクチュエータ42をフリーとして3本で位置決めを行う。

#### 【0047】実施例3

図5は本発明の第3の実施例に係るピエゾアクチュエータ駆動装置を用いた位置決め装置を示すブロック図である。同図に於いて、55はピエゾアクチュエータ、59はピエゾアクチュエータに流れる電流を測るための抵抗器、54はピエゾアクチュエータ55に電流を流す増幅器、58は増幅器54及び抵抗器59と共に電流フィードバックを構成するための差分器、53は電流フィードバックの指令電流値のスルーレートと絶対値を制限する制限器、56はピエゾアクチュエータの伸び量を測る変位センサ、57は制限器3、増幅器54、ピエゾアクチュエータ55、変位センサ56、差分器58、及び抵抗器59と共に位置フィードバックを構成する差分器、52は位置フィードバックに目標位置を与えるD/A変換器、51はD/A変換器2を制御するマイクロコンピュータ等の制御装置である。

【0048】この構成において、制御装置51が目標位置を図7に示すような信号で指定すると、D/A変換器52は目標位置に対応したアナログ量を位置フィードバックに送る。これを受け取ると、差分器57は変位センサ56の値をD/A変換器52の値からさし引いた位置偏差の信号を図12に示すように出力する。これを受け取ると、制限器53は位置偏差の絶対値とスルーレート(傾斜)を図13に示すように制限した電流目標値を出力する。そして、差分器58は抵抗器59の電圧によってピエゾアクチュエータ55に流れる電流を測った値を制御器53の出力からさし引いて増幅器54に与える。増幅器54は差分器58の出力に基づいて電流を増減し、その結果ピエゾアクチュエータ55に流れる電流は、制限器53の出力である、図9に示す電流指令値と等しくなる。このとき、ピエゾアクチュエータ5の駆動する対象物の加速度は、図14に示すようになる。

【0049】図8は図1に於ける制限器3の実施例を示

している。すなわち、制限器3は、差分器57に+側入力端が接続された差動アンプ81、その出力端が-側入力端に接続された差動アンプ82、およびその出力端に接続されたバックアップアンプ83を備え、差動アンプ81と差動アンプ82間はツエナーダイオード84を介してアースされ、差動アンプ82とバックアンプ83間はツエナーダイオード85を介してアースされている。差動アンプ82の出力端は、差動アンプ81の一側入力端、及び差動アンプ82の+側入力端に接続されている。バックアンプの出力端は、差分器58に接続されている。この制限器53に図9のごとき入力が加わった時の出力は図10のようになる。

【0050】なお、この実施例において、スルーレート制限の量は伸び方向と縮み方向で同じになっていたが、ピエゾアクチュエータの特性から、伸び方向の制限を甘くあるいはなくすることもできる。また、制限量はツエナーダイオードで実現しているが、コンパレータ等の組み合わせによっても実現できる。さらに本実施例では位置決め装置の中にピエゾアクチュエータ駆動回路が組み込まれているが、ピエゾアクチュエータの電圧を制御する装置の中に組み込むことも可能である。

#### 【0051】

【発明の効果】以上説明したように本発明の位置決め装置によれば、ステージの $w_x$ 、 $w_y$ 、(Z)方向の剛性を極めて高くしながら位置決めが可能となる。すなわち、4本以上のアクチュエータで位置決めしながら最終的な精密位置決めを3点で行うことでステージを変形させず、位置決め精度を劣化させることがない。したがって位置決め精度を低下させることなく、位置決め時間を短縮することができる。XYステージとあわせて適用されるときに特に有効で、XYステージの加減速によるステージの $w_x$ 、 $w_y$ 方向のずれや振動を抑制することができ、XYステージの位置決め時間も短縮可能となる。

【0052】さらに本発明のピエゾアクチュエータ駆動装置によれば、電流値のスルーレートを制限する手段を設けることにより、ピエゾアクチュエータに過度の力がかからずに高速な駆動装置を提供する効果がある。また、位置決め装置内に構成する場合は、従来は目標位置の加速度を抑えた位置プロフィール発生器を必要とするが、本発明を用いればプロフィール発生器は不要となり、経済的である。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1の実施例に係る位置決め装置を示す平面図である。

【図2】 図1のAA断面図である。

【図3】 本発明の第2の実施例に係る位置決め装置の図2に相当する断面図である。

【図4】 図3の装置に使用されるクランプ機構の斜視図である。

【図5】 本発明の第3の実施例に係るピエゾアクチュ

エータ駆動装置を用いた位置決め装置のブロック図である。

【図6】 従来の低インピーダンス電流源によるピエゾアクチュエータ位置決め装置のブロック図である。

【図7】 従来の高インピーダンス電流源によるピエゾアクチュエータ位置決め装置のブロック図である。

【図8】 図5の装置の制限器の実施例の回路図である。

【図9】 図8の回路への入力波形図である。

【図10】 図9の入力を図8の回路に与えた場合の出力波形図である。

【図11】 図5のD/A変換器の出力を示す波形図である。

【図12】 図5の装置の差分器の出力を示す波形図である。

【図13】 図5の装置の制限器の出力を示す波形図である。

【図14】 図5の装置の場合の加速度を示す波形図である。

【図15】 図6の従来の実施例のD/A変換器の出力を示す波形図である。

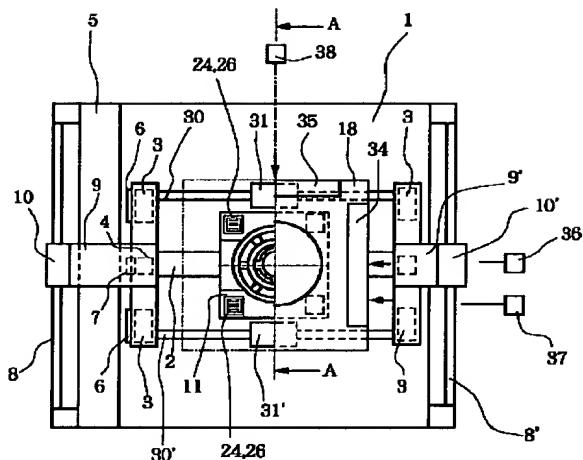
【図16】 図6の従来の実施例の差分器の出力を示す波形図である。

【図17】 図6の従来の実施例の場合の加速度を示す波形図である。

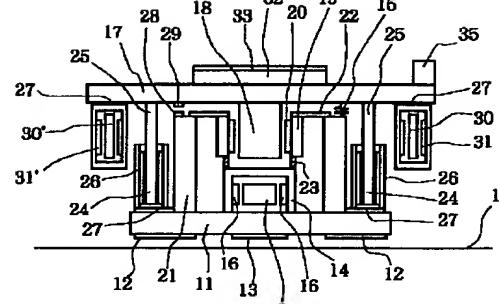
#### 【符号の簡単な説明】

1：ベース1、2：Yステージ、3：静圧軸受、4：吸引磁石、5：Yガイド、6：静圧軸受、7：吸引磁石、8：Yリニアモータ（固定子）、9：連結部材、10：Yリニアモータ（可動子）、11：Xステージ、12：静圧軸受、13：吸引磁石、14：軸受ハウジング、16：静圧軸受、17：天板、18：ガイド軸、19：軸受部材、20：静圧軸受、21：支持部材、22：板ばね、23：制振ゴム、24：リニアモータ（可動子）、25：断熱材、26：リニアモータ（固定子）、27：断熱材、28：変位センサ、29：変位センサターゲット、30：Xリニアモータ（固定子）、31：Xリニアモータ（可動子）、32：チャック、33：位置決め対象物、34：Xミラー、35：Yミラー、36：X干渉計、37： $w_x$ 干渉計、38：Y干渉計、39：弾性ヒンジ、40：ピエゾ、41：弾性ヒンジ、42：ピエゾ、43：クランプ機構、44：拡大部材、45：ピエゾ、46：板ばね、51：制御装置、52：D/A変換器、53：スルーレートおよび絶対値制限器、54：電流増幅器、55：ピエゾアクチュエータ、56：変位センサ、57：位置フィードバック差分器、58：電流フィードバック差分器、59：電流測定用抵抗器、60：目標位置プロフィール発生器、61：P/I補償器、62：高インピーダンス抵抗器。

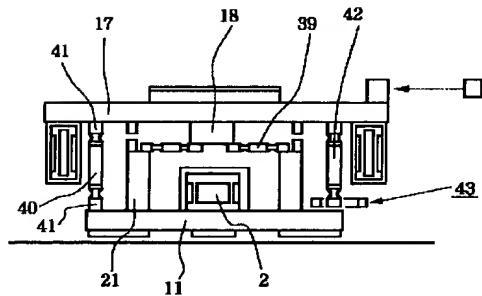
### 【図1】



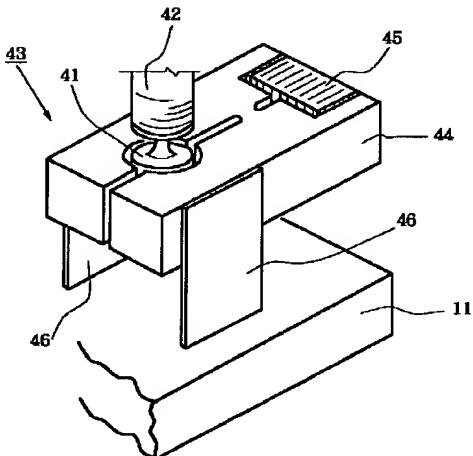
【図2】



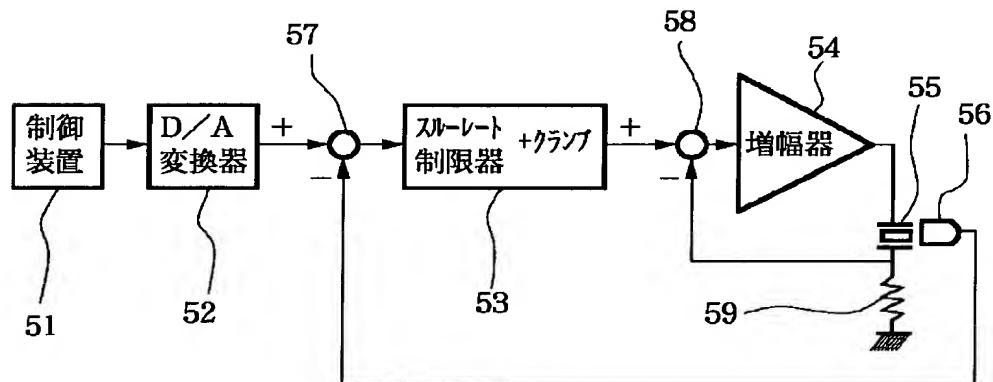
【図3】



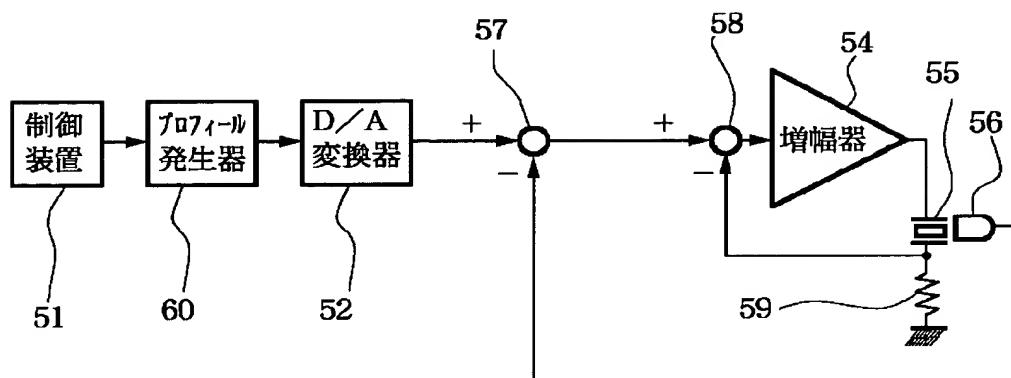
【図4】



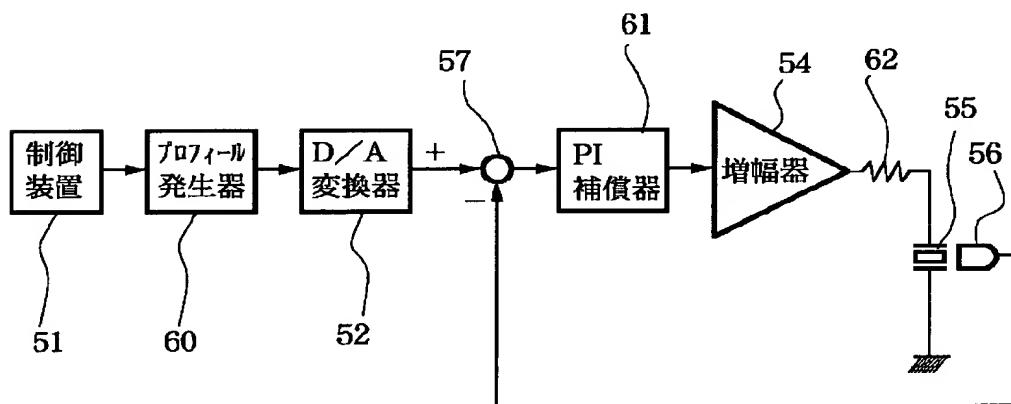
【図5】



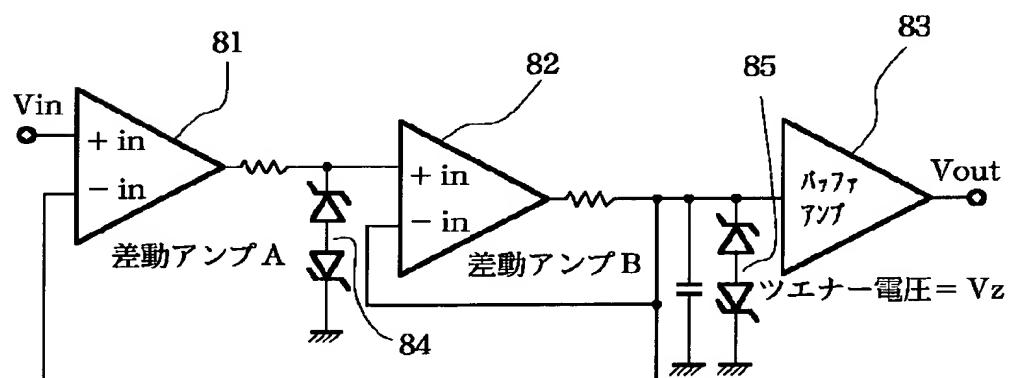
【図6】



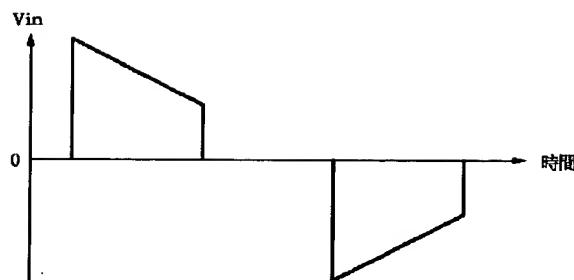
【図7】



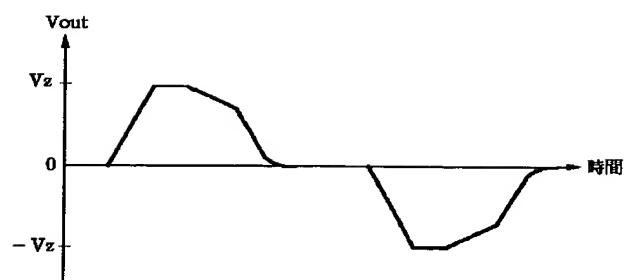
【図8】



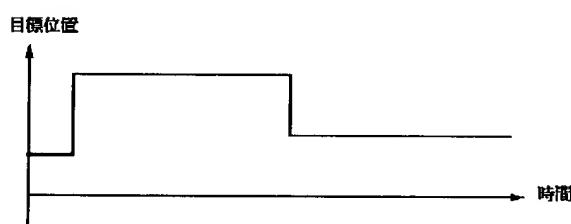
【図9】



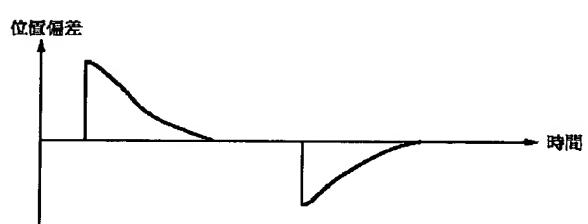
【図11】



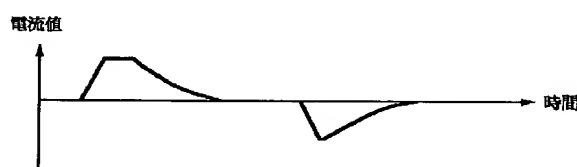
【図12】



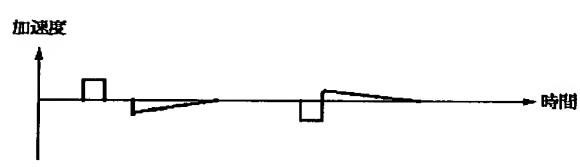
【図13】



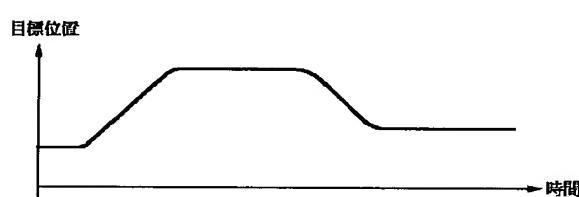
【図14】



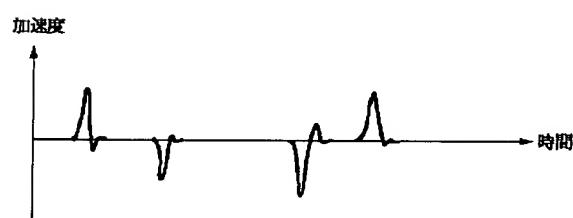
【図15】



【図16】



【図17】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 5

G 0 3 F 9/00  
H 0 1 L 21/68  
41/09

識別記号 庁内整理番号

H 9122-2H  
G 8418-4M

F I

技術表示箇所

9274-4M

H 0 1 L 41/08

K